



22106120

**CHIMIE**  
**NIVEAU SUPÉRIEUR**  
**ÉPREUVE 2**

Mercredi 12 mai 2010 (après-midi)

2 heures 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

**INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS**

- Écrivez votre numéro de session dans la case ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Section A : répondez à toute la section A dans les espaces prévus à cet effet.
- Section B : répondez à deux questions de la section B. Rédigez vos réponses sur des feuilles de réponses. Écrivez votre numéro de session sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisée et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les numéros des questions auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de feuilles utilisées dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.



# SECTION A

Répondez à **toutes** les questions dans les espaces prévus à cet effet.

1. On détermine le pourcentage en masse de carbonate de calcium dans une coquille d'œuf en ajoutant de l'acide chlorhydrique en excès afin que tout le carbonate de calcium puisse réagir. L'acide qui reste en excès est alors titré à l'aide d'hydroxyde de sodium aqueux.

- (a) Une étudiante a ajouté  $27,20 \text{ cm}^3$  de  $\text{HCl } 0,200 \text{ mol dm}^{-3}$  à  $0,188 \text{ g}$  de coquille d'œuf. Calculez la quantité, en mol, de  $\text{HCl}$  ajoutée. [1]

.....  
 .....

- (b) Il faut  $23,80 \text{ cm}^3$  de  $\text{NaOH } 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  pour neutraliser l'acide en excès. Calculez la quantité, en mol, d'acide en excès. [1]

.....  
 .....

- (c) Déterminez la quantité, en mol, de  $\text{HCl}$  qui a réagi avec le carbonate de calcium dans la coquille d'œuf. [1]

.....  
 .....

- (d) Exprimez l'équation de la réaction de  $\text{HCl}$  avec le carbonate de calcium dans la coquille d'œuf. [2]

.....  
 .....

- (e) Déterminez la quantité, en mol, de carbonate de calcium dans l'échantillon de coquille d'œuf. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(Suite de la question à la page suivante)

*(Suite de la question 1)*

- (f) Calculez la masse **et** le pourcentage en masse de carbonate de calcium dans l'échantillon de coquille d'œuf.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (g) Déduisez **une** supposition faite pour obtenir le pourcentage de carbonate de calcium dans l'échantillon de coquille d'œuf.

[1]

.....

.....

2. (a) Dessinez et légendez un diagramme de niveaux d'énergie pour l'atome d'hydrogène. Dans votre diagramme, montrez comment sont produites les séries de raies dans les régions ultraviolette et visible de son spectre d'émission, en identifiant clairement chaque série. [4]

- (b) Sur le diagramme ci-dessus, dessinez la raie qui correspond à l'énergie de première ionisation de l'hydrogène et expliquez votre raisonnement. [2]

.....  
.....

3. On considère la liaison et la structure des éléments de la période 3.

(a) Expliquez l'augmentation du point de fusion lorsqu'on passe du sodium à l'aluminium. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Expliquez pourquoi le soufre,  $S_8$ , a un point de fusion supérieur à celui du phosphore,  $P_4$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Expliquez pourquoi le silicium possède le point de fusion le plus élevé et l'argon le point de fusion le plus bas. [2]

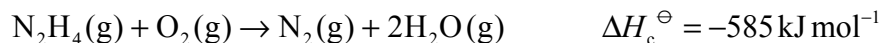
.....

.....

.....

.....

4. Une propriété importante d'un mélange de carburants pour les fusées réside dans le grand volume de produits gazeux qui assurent la propulsion. L'hydrazine,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , est souvent utilisée comme carburant pour les fusées. La combustion de l'hydrazine est représentée par l'équation ci-dessous.



- (a) L'hydrazine réagit avec le fluor pour produire de l'azote et du fluorure d'hydrogène, tous à l'état gazeux. Exprimez une équation pour la réaction. [2]

.....  
 .....

- (b) Dessinez les structures de Lewis de l'hydrazine et de l'azote. [2]

- (c) À l'aide des enthalpies de liaison moyennes données au Tableau 10 du Recueil de Données, déterminez la variation d'enthalpie accompagnant la réaction de la partie (a) ci-dessus. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

*(Suite de la question à la page suivante)*

*(Suite de la question 4)*

- (d) Sur la base de vos réponses aux parties (a) et (c), suggérez si un mélange d'hydrazine et de fluor constitue un meilleur carburant pour fusée qu'un mélange d'hydrazine et d'oxygène.

[2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (e) Commentez les risques pour l'environnement des produits de la réaction de  $\text{N}_2\text{H}_4$  avec  $\text{O}_2$  et de la réaction de  $\text{N}_2\text{H}_4$  avec  $\text{F}_2$ .

[1]

.....  
.....

5. L'existence d'isomères est responsable de la diversité des composés organiques.

(a) Décrivez la signification du terme *stéréoisomères*. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Le 1,3-dichlorocyclobutane existe sous forme d'isomères géométriques, un type de stéréoisomères.

(i) Dessinez et nommez les **deux** isomères géométriques du 1,3-dichlorocyclobutane. [2]

.....

(ii) Identifiez l'isomère qui possède le **plus haut** point d'ébullition et expliquez votre raisonnement. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**SECTION B**

Répondez à **deux** questions de cette section. Rédigez vos réponses sur les feuilles de réponses qui vous sont fournies. Écrivez votre numéro de session sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisée et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.

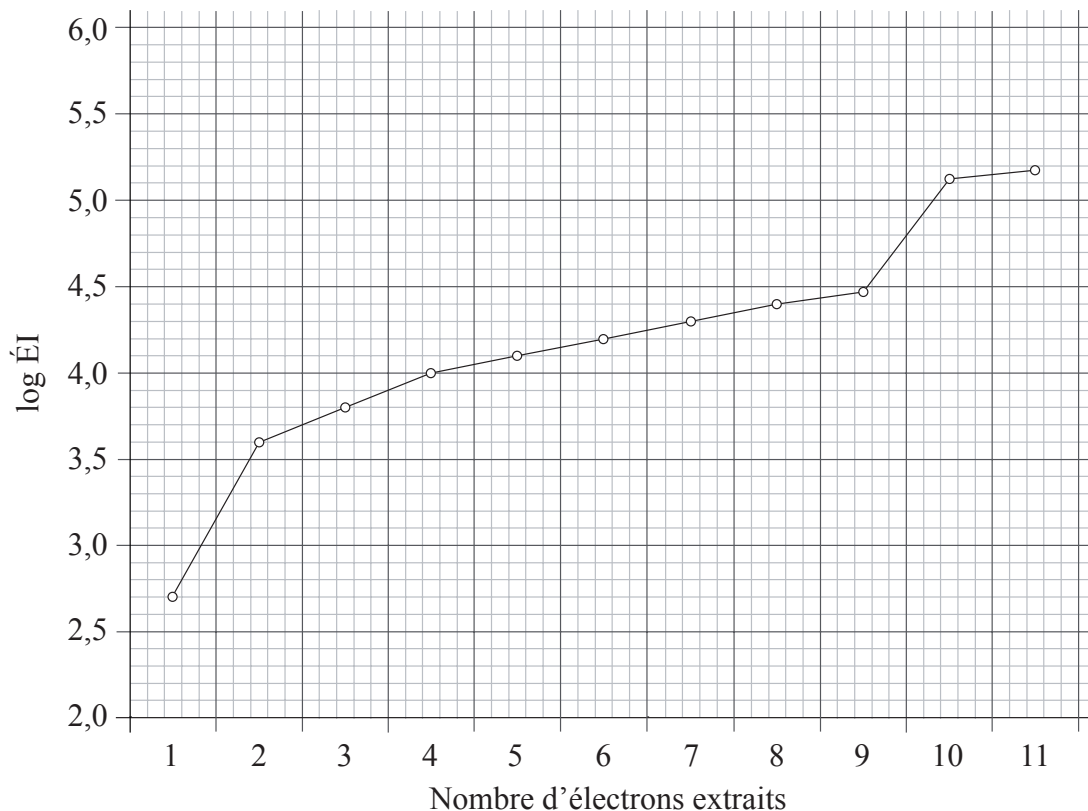
6. Le tableau périodique montre la relation entre la configuration électronique et les propriétés des éléments et constitue un outil précieux pour faire des prédictions en chimie.
- (a) Identifiez la propriété utilisée pour classer les éléments dans le tableau périodique. [1]
- (b) (i) Définissez le terme *électronégativité*. [2]
- (ii) Résumez **deux** raisons qui expliquent pourquoi l'électronégativité augmente le long de la période 3 du tableau périodique et **une** raison pour laquelle on n'assigne pas de valeurs d'électronégativité aux gaz rares. [3]
- (c) (i) Résumez **deux** raisons pour lesquelles un ion sodium possède un rayon plus petit qu'un atome de sodium. [2]
- (ii) Expliquez pourquoi le rayon ionique de  $P^{3-}$  est **plus grand** que le rayon ionique de  $Si^{4+}$ . [2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (d) Le graphique ci-dessous représente les énergies d'ionisation successives du sodium. L'axe vertical porte le log (énergie d'ionisation) au lieu de l'énergie d'ionisation afin de permettre de représenter les données sans utiliser un axe vertical excessivement long.



Exprimez la configuration électronique complète du sodium et expliquez de quelle manière les données d'énergie d'ionisation successives du sodium sont en relation avec sa configuration électronique.

[4]

- (e) (i) Expliquez pourquoi l'énergie de première ionisation de l'aluminium est **inférieure** à l'énergie de première ionisation du magnésium.

[2]

- (ii) Expliquez pourquoi l'énergie de première ionisation du soufre est **inférieure** à l'énergie de première ionisation du phosphore.

[2]

- (f) Les dix éléments de la première période du bloc d possèdent des propriétés caractéristiques et de nombreux usages.

- (i) En termes de théories acide-base, exprimez et expliquez le type de réaction qui se produit entre  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{H}_2\text{O}$  pour former  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ .

[2]

- (ii) Expliquez pourquoi  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  est coloré.

[3]

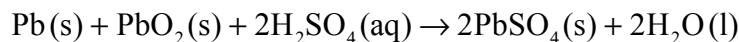
- (iii) Résumez l'importance économique de l'utilisation d'un catalyseur dans le procédé Haber qui est une réaction exothermique.

[2]

7. (a) L'eau est une substance importante que l'on trouve en abondance à la surface de la Terre.
- (i) Exprimez l'expression de la constante du produit ionique de l'eau,  $K_e$ . [1]
  - (ii) Expliquez pourquoi une solution aqueuse très acide contient quand même des ions  $\text{OH}^-$ . [1]
  - (iii) Exprimez et expliquez l'influence d'une augmentation de la température sur la valeur de  $K_e$ , sachant que l'ionisation de l'eau est un processus endothermique. [3]
  - (iv) Exprimez et expliquez l'influence d'une augmentation de la température sur le pH de l'eau. [2]
- (b) Les solutions tampons résistent à de petites variations de pH. On peut préparer un tampon au phosphate en dissolvant  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  et  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dans l'eau, dans laquelle  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  produit l'ion acide et  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  produit l'ion de la base conjuguée.
- (i) Déduisez les ions acide et base conjuguée qui constituent le tampon au phosphate et exprimez l'équation ionique qui représente ce tampon. [3]
  - (ii) Décrivez comment le tampon au phosphate réduit l'influence de l'addition d'une base forte,  $\text{OH}^-(\text{aq})$ , au tampon. Illustrez votre réponse au moyen d'une équation ionique. [2]
  - (iii) Décrivez comment le tampon au phosphate réduit l'influence de l'addition d'un acide fort,  $\text{H}^+(\text{aq})$ , au tampon. Illustrez votre réponse au moyen d'une équation ionique. [2]
- (c) On place une solution d'ammoniac  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$  dans un récipient et on la titre avec une solution d'acide chlorhydrique  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- (i) Expliquez pourquoi le pH de la solution d'ammoniac est inférieur à 13. [2]
  - (ii) Estimez le pH au point d'équivalence pour le titrage de l'acide chlorhydrique par l'ammoniac et expliquez votre raisonnement. [2]
  - (iii) Exprimez l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau et écrivez l'expression de  $K_b$  pour  $\text{NH}_3(\text{aq})$ . [2]
  - (iv) Quand la moitié de l'ammoniac est neutralisée (le point de demi-équivalence), le pH de la solution est de 9,25. Déduisez la relation entre  $[\text{NH}_3]$  et  $[\text{NH}_4^+]$  au point de demi-équivalence. [1]
  - (v) Déterminez  $\text{p}K_b$  et  $K_b$  de l'ammoniac en vous basant sur le pH au point de demi-équivalence. [3]
  - (vi) Décrivez la signification du point de demi-équivalence en termes de son efficacité comme tampon. [1]

8. Le mot *redox* résulte d'une combinaison des termes *réduction* et *oxydation*. Les réactions redox ont une influence sur notre vie quotidienne.

(a) La réaction globale qui a lieu dans une pile voltaïque est illustrée ci-dessous.



- (i) Déterminez le nombre d'oxydation du plomb dans Pb, PbO<sub>2</sub> et PbSO<sub>4</sub>. [1]
- (ii) Déduisez les demi-équations d'oxydation et de réduction qui ont lieu à l'électrode de plomb négative (anode) et à l'électrode d'oxyde de plomb(IV) positive (cathode). Déduisez les agents oxydants et réducteurs et exprimez le sens de déplacement des électrons entre les électrodes. [4]
- (iii) Afin de déterminer la position de trois métaux dans une série de réactivité, on place les métaux dans différentes solutions d'ions métalliques. Le tableau ci-dessous résume si une réaction s'est produite ou non.

	Ag <sup>+</sup> (aq)	Cu <sup>2+</sup> (aq)	Pb <sup>2+</sup> (aq)
Ag(s)		Aucune réaction	Aucune réaction
Cu(s)	Réaction		Aucune réaction
Pb(s)	Réaction	Réaction	

Exprimez les équations pour les **trois** réactions qui se produisent. À l'aide de ces informations, placez les métaux Ag, Cu et Pb dans une série de réactivité, l'agent réducteur le plus fort en premier, et expliquez votre raisonnement. [5]

- (iv) À l'aide des informations du Tableau 14 du Recueil de Données, déduisez l'agent oxydant qui peut oxyder les ions chlorure, mais pas les ions fluorure. Exprimez l'équation redox pour la réaction et déterminez la force électromotrice de la pile correspondante. [4]
- (b) (i) Le chlorure de sodium **fondu** est électrolysé dans une cellule en utilisant des électrodes inertes. Exprimez la demi-équation, accompagnée des symboles précisant l'état physique des espèces chimiques, pour la réaction qui a lieu à l'électrode positive (anode) et pour la réaction qui a lieu à l'électrode négative (cathode). Déterminez le rapport molaire des produits formés. [3]
- (ii) Prédisez et expliquez les produits de l'électrolyse d'une solution **concentrée** de NaCl(aq) en utilisant des électrodes inertes. Votre réponse doit comporter les demi-équations avec les symboles précisant l'état physique des espèces chimiques pour la réaction qui se produit à **chaque** électrode. [4]

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question 8)*

- (c) La galvanoplastie est une application importante des cellules d'électrolyse qui a des répercussions commerciales. Le cuivre peut être déposé en utilisant une cellule d'électrolyse dont l'électrolyte est une solution aqueuse acidifiée de sulfate de cuivre(II).

Pour l'électrodéposition de cuivre sur l'étain, dans la fabrication de bijoux, exprimez la demi-équation à **chaque** électrode. On suppose que l'autre électrode est également inerte. Suggérez **deux** observations que vous pourriez faire pendant que se déroule la galvanoplastie.

[4]

9. (a) Les alcènes constituent une famille de composés organiques importante aux plans économique et chimique.
- (i) La réaction des alcènes avec l'eau de brome permet d'effectuer en laboratoire des tests sur l'insaturation. Décrivez le changement de couleur qui se produit lorsque l'eau de brome est ajoutée au chloroéthène. [1]
  - (ii) Déduisez la structure de Lewis du chloroéthène et identifiez la formule de l'unité structurale répétitive du polymère poly(chloroéthène). [2]
  - (iii) Outre la polymérisation, exprimez **deux** usages commerciaux des réactions des alcènes. [2]
- (b) Les halogénoalcanes subissent deux types importants de réaction conduisant à la formation de différents composés organiques.
- (i) On peut convertir le 1-bromopropane en 1-butylamine (butan-1-amine) en **deux** étapes. Dessinez les formules structurales du 1-bromopropane et de la 1-butylamine (butan-1-amine). [1]
  - (ii) Déduisez un mécanisme réactionnel pour la conversion en **deux** étapes du 1-bromopropane en 1-butylamine (butan-1-amine). Votre réponse doit comporter une équation pour chaque étape de la réaction **et** les conditions de réaction pour la deuxième étape. [4]
- (c) (i) Décrivez l'élimination de HBr par le bromoéthane. Votre réponse doit comporter les réactifs, les conditions et l'équation de la réaction. [3]
- (ii) Expliquez le mécanisme de l'élimination de HBr par le bromoéthane. [5]
- (d) Le but-2-ène peut être converti en butan-2-one en **deux** étapes.
- (i) Dessinez les formules structurales du but-2-ène et de la butan-2-one. [2]
  - (ii) Déduisez un mécanisme réactionnel pour les **deux** étapes de la réaction. Votre réponse doit comporter une équation correctement équilibrée pour chaque étape de la réaction **et** les réactifs et les conditions de réaction pour les deux étapes. [5]